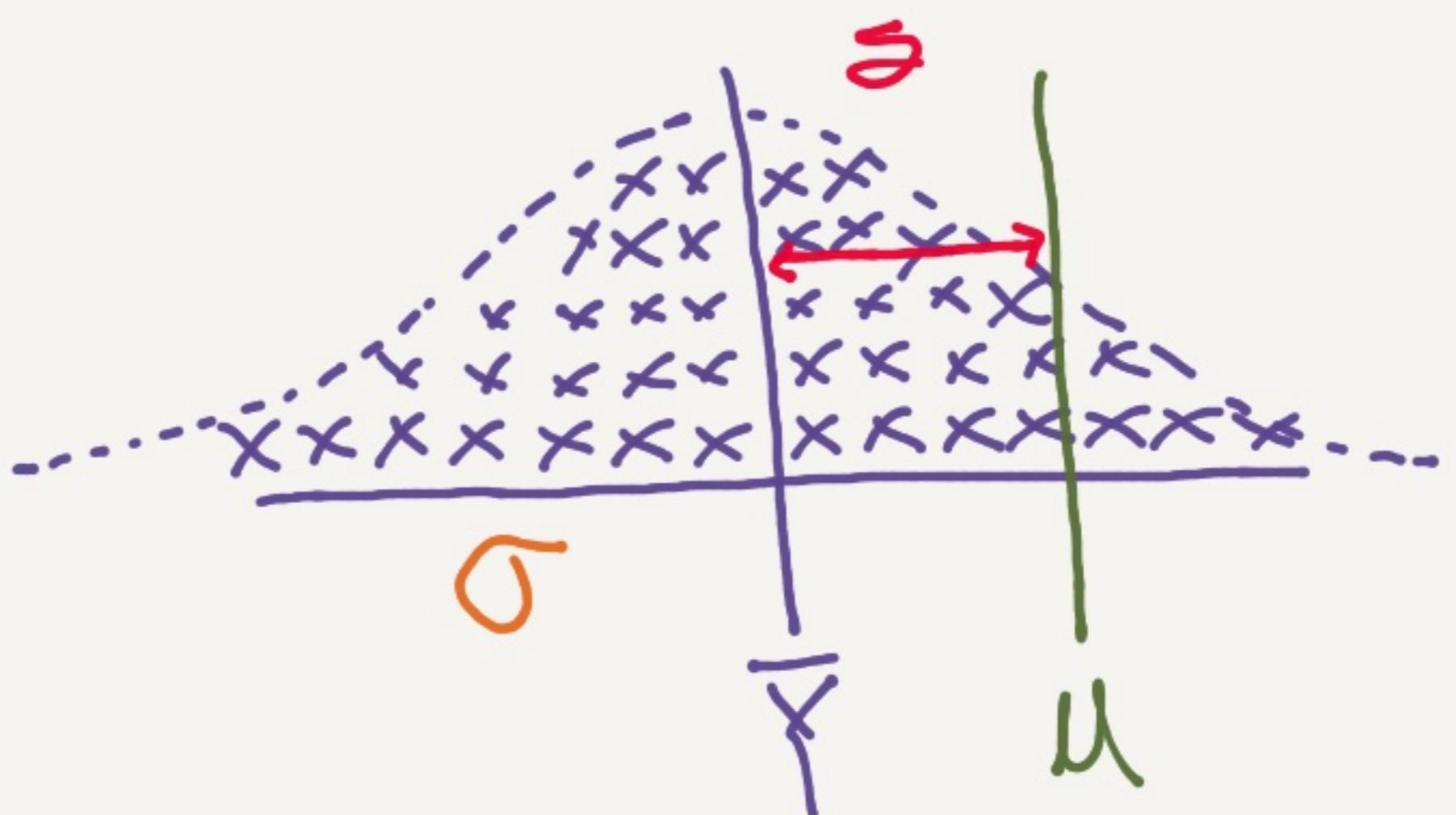


NOTAS PIZARROU

Curso Validación de métodos de medición

zma 21/08



Ricardo Martínez R
Ricardo 21/08

ENFOQUE
ERROR

EXACTITUD DE MEDIDA $\Rightarrow y_i$: resultado de medida

Método de medida VÁLIDO

referencia

$$\text{veracidad de medida} = \bar{y} - \mu$$

$$|N| = \infty$$

SESGO $\rightarrow S = \bar{y} - \mu$ $H_0: \bar{y} = \mu$ ✓
error sistemático $|N| \neq \infty$ $H_1: \bar{y} \neq \mu$ ✗

Consecuencia de PRECISIÓN DE MEDIDA

errores esencialmente $\sigma \Rightarrow S = \sqrt{\frac{\sum (Y_i - \bar{Y})^2}{n-1}}$

Un método es valido si :

- ✓ Se demuestra Veracidad $\Rightarrow S = 0$
- ✓ Se conoce la precisión $\Rightarrow \sigma$

Ricardo Martínez
21/08

MODELOS:

$$\text{EXACTITUD} = y_i - \text{VERDAD}$$

¿?

$$\text{VERACIDAD} = \bar{y} - \mu \quad |N| = \infty$$

$$\text{SESGO} = \bar{y} - \mu \quad |N| \neq \infty$$

$$\text{ERROR} \quad e_{\text{exp}} = y_i - \bar{y}$$

$$e_{\text{med}} = y_i - \mu$$

μ es el valor convencional asignado a la referencia

Cuando el método tiene veracidad de medida

$$\bar{y} = \mu$$

$$\text{PRECISIÓN} \quad \sigma \Rightarrow s = \sqrt{\frac{\sum (y_i - \bar{y})^2}{n-1}}$$

CASO 1

EXACTITUD DE MEDIDA



ISO 17034

$$[S] = 300,0 \frac{\text{mg}}{\text{kg}} \pm 3,0 \frac{\text{mg}}{\text{kg}}, k=2$$

 $\mu \rightarrow$

$$\frac{\text{mg}}{\text{kg}}$$

A

B

$$n = \underline{\underline{30}} \rightarrow \underline{\underline{s, \bar{x}}}$$

$$Z = \bar{Y} - M \xleftarrow[sist]{=0}$$

$$H_0: \bar{Y} = M \quad \checkmark$$

$$H_1: \bar{Y} \neq M \quad \times$$

\bar{Y}	293,66	296,74
S	30,08	<u>8,00</u>
Z	-6,34	-3,26

¿Cuál es más exacto?

¿Cuál método ofrecerán al cliente?

Si $S_m \leq S_{req}$ Es EXACTO

$$u(u) = \frac{U}{n} = \frac{3}{2} = 1,5$$

$$\text{Si } |\bar{Y} - \mu| \leq Z \cdot \sqrt{\left(\frac{U}{n}\right)^2 + u(u)}$$

RECHAZO H_1

$$3,26 \leq 1,96 \sqrt{\left(\frac{8,00}{130}\right)^2 + 1,5^2}$$

límite de sesgo
diferencia crítica
 CD

$$3,26 < 4,10$$

PRINCIPIOS

- UNIVERSAL }
 |
 | EXISTIR REFERENCIA μ
 | NORMALIZADO
 | CONOCER LA PRECISIÓN $\rightarrow \sigma_r \dots \sigma_R$
 | CONOCER EL SESGO $\rightarrow S = \bar{Y} - \mu$
 | CONOCER LA INCERTIDUMBRE $\rightarrow u(y_i)$



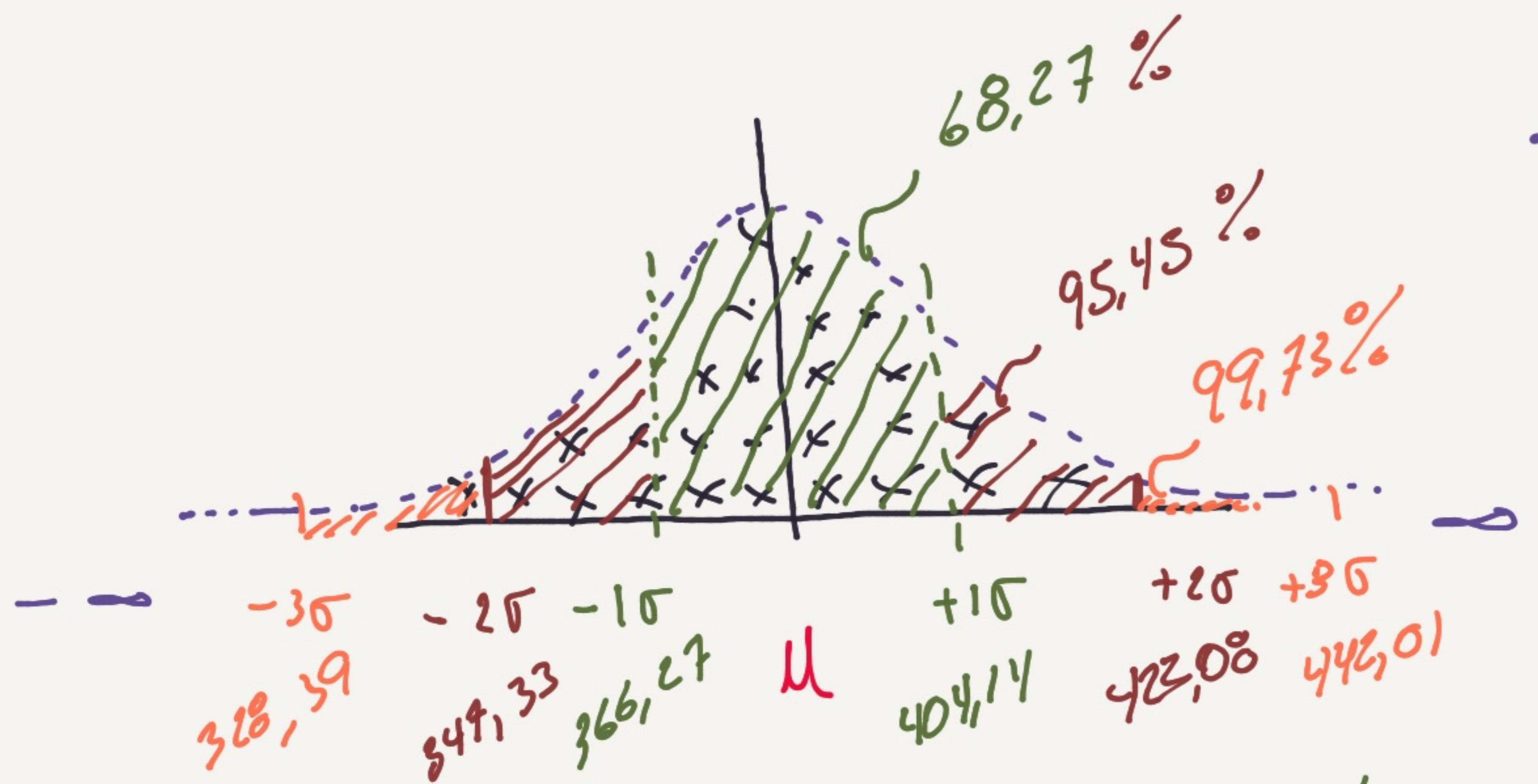
OTROS : LD
LC
SR
%R
⋮

1 REFERENCIAS μ

~~ISO 17034
GUA ISO 30
GUA ISO 35~~

- ✓ OBJETO MATERIALIZADO
- ✓ TENER VALOR ASIGNADO → TRAZABILIDAD METROOLÓGICA
- ✓ CONOCER $U(\mu)$
- ✓ MISMA NATURALEZA ITEM
- ✓ REPRODUCIBLE
- ✓ CONOCER → ESTABILIDAD (Tiempo)
→ HOMOGENEIDAD

✓ Recomiendo Jerarquía $U(\mu) \leq 0,3 \sigma_r$
 $U(\mu) \leq 0,3 U(y)$
etc.

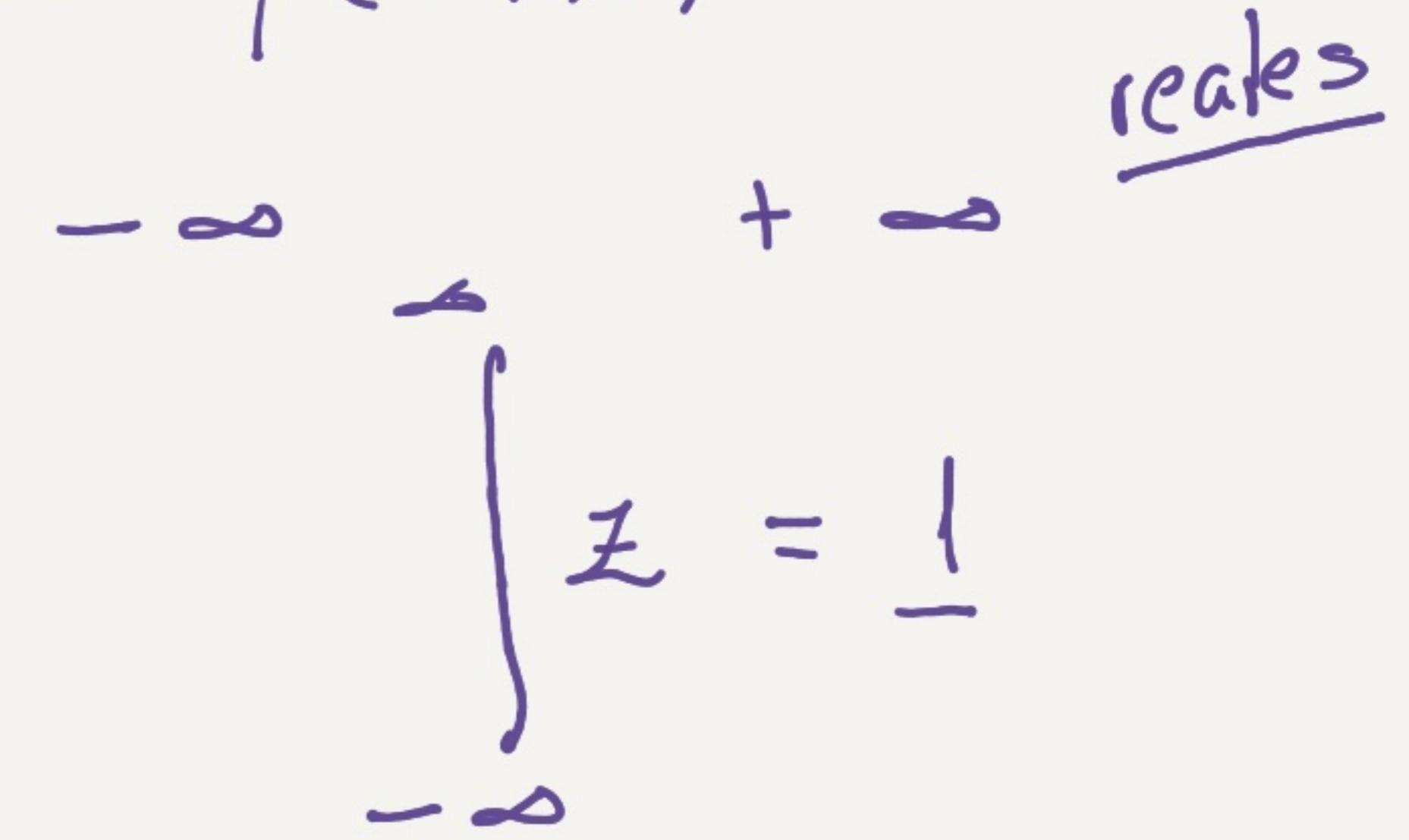


$$\mu \pm 1\sigma \quad [\mu - 1\sigma, \mu + 1\sigma] = 68,27\%$$

$$\mu \pm 2\sigma \quad [\mu - 2\sigma, \mu + 2\sigma] = 95,45\%$$

$$\mu \pm 3\sigma \quad [\mu - 3\sigma, \mu + 3\sigma] = 99,73\%$$

$$Z = f(\sigma, \mu)$$



$$Z = \underline{1}$$

σ PRECISION

$$- S = \sqrt{\frac{\sum (Y_i - \bar{Y})^2}{n-1}}$$

✓ repetibilidad $\sigma_r \rightarrow S_r \rightarrow \sigma_r$ precision
 $\rightarrow r$ límite
 $\rightarrow CV_r$ coeficiente de variación

→ $\sigma_{intermedia}$

$$\sigma_{I(C)} \quad \left. \begin{array}{l} \sigma_{I(O)} \\ \sigma_{I(E)} \\ \sigma_{I(c)} \\ \sigma_{I(T)} \end{array} \right\} \quad \underline{\sigma_{I(O,E,C,T)}}$$

✓ Reproducibilidad $\sigma_R \rightarrow S_R \rightarrow \sigma_R$ precision
 $\rightarrow R$ límite
 $\rightarrow CV_R$

$$S_r \leftarrow \underline{\text{Estudios}} \quad r_g R$$

$$r = k_p \cdot S_r \quad \dots \dots \quad \begin{array}{c} z \\ \diagdown \\ \text{---} \end{array}$$

$$r = 2.8 \cdot S_r$$

$$\sigma_{cp} \Rightarrow \infty \Rightarrow \begin{aligned} k_p &= z \cdot \sqrt{2} \\ k_p &= 1.96 \cdot \sqrt{2} \\ k_p &= \underline{\underline{2.8}} \end{aligned}$$

$$CU_r = \frac{S_r}{Y} \cdot 100$$

PRECISIÓN

$$\sigma$$

CASO 1

SE EVALÚA LA σ
HACIENDO ESTUDIOS r y R

Por ejemplo, aplica cuando los errores de medida dependen del sistema de medida.

- ✓ ANÁLISIS
- ✓ FÍSICOS
- ✓ CLÍNICOS
- .
- :

CASO 2

SE EVALÚA LA PRECISIÓN
EN EL MOMENTO DE LA
REALIZACIÓN DEL ENSAYO

Por ejemplo, aplica cuando los errores de medida dependen sensiblemente del mismo ítem.

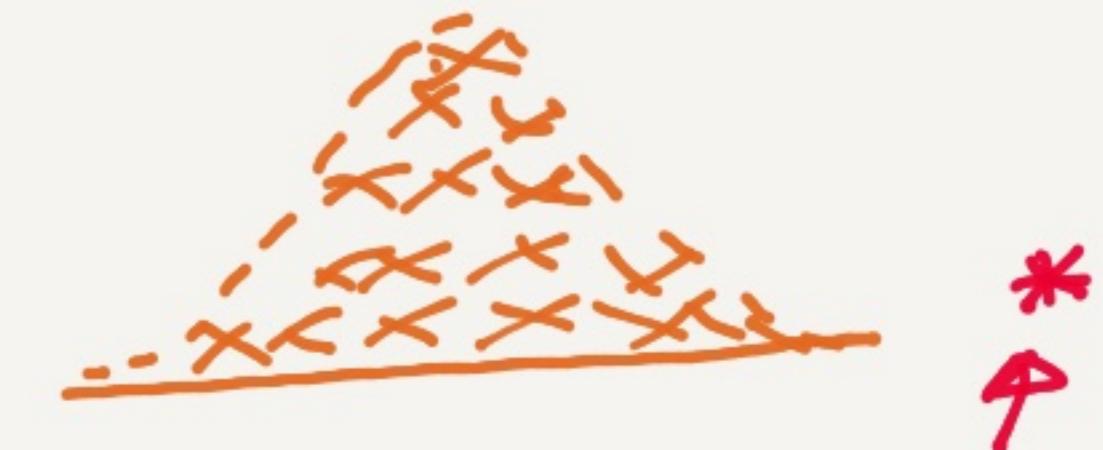
- ✓ CALIBRACIÓN
- ✓ AMBIENTAL
- .
- :

Estudio Σ

ISO5725 Σ

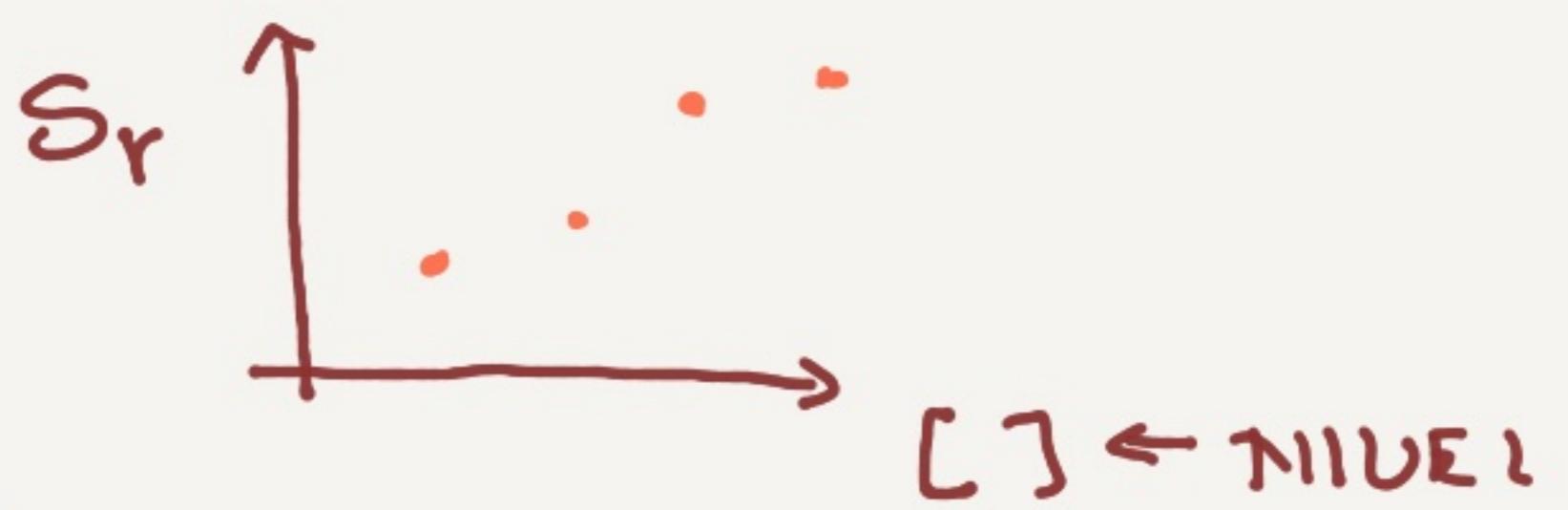
1 HACER EXPERIMENTO MULTINIVEL.

2 VERIFICAR SI HAY DATOS BAROS.



3 CALCULAR s DE CADA NIVEL y \bar{Y}

4 HACER UN GRÁFICO DE COORDENADAS (X, Y)
Y ANALIZAR CORRELACIÓN.



5 SI HAY CORRELACIÓN, ENCUENTRE
MODELO POR REGRESIÓN.

$$\bar{Y}_r = a + b [] \quad u \underline{\text{otro}} \text{ modelo} \dots$$

6 EN SU CASO, INFORME COMO CV O r

$$r = 2,8 \cdot \bar{Y}_r$$

$$\begin{aligned} r &= 2,8 \cdot (a + b \Sigma j) = 2,8 [0,0327 [j] + 0,0056] \\ &= 0,09156 [j] + 0,01568 \end{aligned}$$

• Continua, ajustando el origen de la regresión a zero

$$S_r = 0,0332 \cdot [] \quad \leftarrow \text{PRÁCTICAS} \underline{\underline{2}}$$

$$CU_r = 3,32 \% \quad []$$

$$CU = \frac{S_r}{Y} \cdot 100$$

$$\underline{\underline{S_r}} = \frac{CU \cdot Y}{100}$$

Estudio RgR

Algoritmo cuando n es igual para todos los participantes.

n = # REPETICIONES

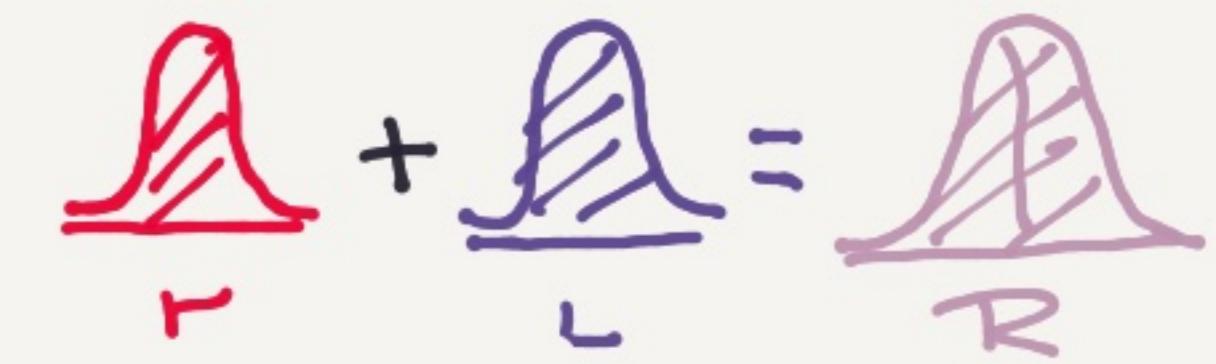
N = # NIUELES

P = # PARTICIPANTES

3

4

8



POR NIUEL

1.- CALCULE LA S Y \bar{Y} DE CADA PARTICIPANTE

$$2.- \bar{Y} = \frac{\sum_{i=1}^P \bar{Y}_i}{P}$$

$$3.- S_{\bar{Y}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^P (\bar{Y}_i - \bar{Y})^2}{P-1}}$$

$$4.- S_r^2 = \frac{\sum S_i^2}{P}$$

$$5.- S_d^2 = n \cdot S_{\bar{Y}}^2$$

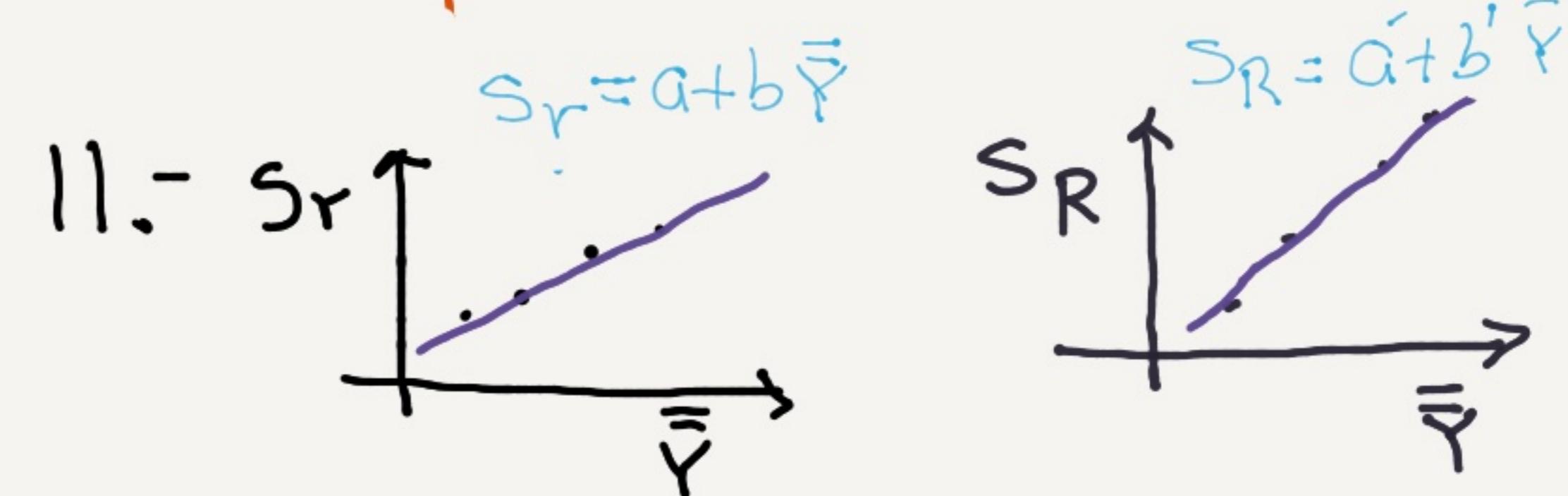
$$6.- S_L^2 = \frac{S_d^2 - S_r^2}{n} \dots 4 y 5$$

$$7.- S_R^2 = S_L^2 + S_r^2$$

$$8.- S_r = \sqrt{S_r^2} \dots 4$$

$$9.- S_R = \sqrt{S_R^2} \dots 7$$

	N ₁	N ₂	N ₃	N ₄
\bar{Y}	345,5	/	/	/
S _r	5,16	/	/	/
S _R	13,16	/	/	/



TAREA 1

terminar ESTUDIO I y R PRÁCTICA 4

Colocar en carpeta TAREAS

Ricardo Martínez Ramírez TAREA1.xls

PRECISIÓN CASO E cuando no conozco Σ
EL MÉTODO ES VÁLIDO SI por ejemplo: Calibración

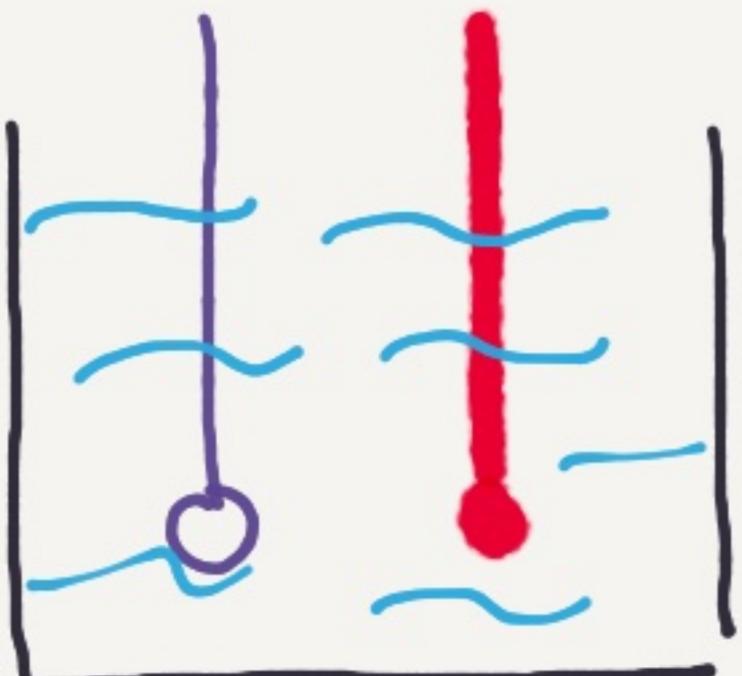
- SE ESTABLECE MEDICIÓN DE OBSERVACIONES REPETIDAS PARA PODER CALCULAR LA PRECISIÓN CADA VEZ QUE SE REALIZA LA CALIBRACIÓN.
- DEMOSTRAR QUE HAY REPETIBILIDAD Y REPRODUCIBILIDAD

↑
técnicas
alternativas

Repetibilidad

$$e_{S_i} = \bar{L}_i - \mu$$

$\frac{95\%}{P=0,05} \leftarrow$



100 °C

- ① OPERADOR MIDA N VECES
EL e_{S_i} SIGUIENDO EL
PROCEDIMIENTO.
 $N \geq 14$ VECES

① $H_0: \sigma_1 = \sigma_2 \checkmark$
 $H_1: \sigma_1 \neq \sigma_2 \times$

F

② $H_0: \mu_1 = \mu_2 \checkmark$
 $H_1: \mu_1 \neq \mu_2 \times$

t de Student $\sigma_1 = \sigma_2$

n cs
pequeño

PRUEBA F, N ← EXCEL

$P(2C) \geq 0,05$

$P(2C) \geq 0,05$

RECHAZO H_1

RECHAZO H_1

REPRODUCIBILIDAD

$$H_0: \epsilon_{S1L1} = \epsilon_{S1L2} \times$$

$$H_1: \epsilon_{S1L1} \neq \epsilon_{S1L2} \checkmark$$

$$E_n = \frac{\epsilon_{S1L1} - \epsilon_{S1L2}}{\sqrt{U^2(\epsilon_{S1L1}) + U^2(\epsilon_{S1L2})}}$$

$$|E_n| \leq | \text{Rechazo} + |$$

1.11 > 1

95%

$$\underline{\underline{s_L}} = 0$$

$$\underline{\underline{s_R}} = \underline{\underline{s_L}}^2 + \underline{\underline{s_r}}^2$$

↑
0

$$\underline{\underline{s_R}}^2 = \underline{\underline{s_r}}^2$$

$$E_n = \frac{-0,50 - (-0,20)}{\sqrt{0,20^2 + 0,18^2}} = -1,11$$

$100^\circ C$	<u>Met a Validar</u>			$\checkmark 95\%$
	\bar{L}_i	ϵ_{S1}	$U(\epsilon_{S1})$	
100,0	99,5	-0,50	$\pm 0,20$	

OTRO MET, <u>LAB</u>			
\bar{L}_i	ϵ_{S1}	$U(\epsilon_{S1})$	
100,0	-0,20	$\pm 0,18$	

VÉRACIDAD ← DEL MÉTODO EN CONDICIÓN DE \leq

$$H_0: \bar{Y} = \mu \quad \checkmark$$

$$H_1: \bar{Y} \neq \mu \quad \times$$

$$\text{Si } |\bar{Y} - \mu| \leq Z \cdot \sqrt{\left(\frac{s_r}{\sqrt{n}}\right)^2 + U(\mu)}$$

RECHAZO H_1

N1 $\mu = 10,000 \pm 0,050 \frac{mg}{L}, k=2$

$$\bar{Y} = 9,9000$$

$$Z = 1,96$$

$$U(\mu) = \frac{U}{k} = \frac{0,050}{2} = 0,025$$

$$n = 5$$

$$s_r = 1,5 + 0,01 \uparrow (9,900) = 1,599$$

\bar{Y}

$$1,96 \cdot \sqrt{\left(\frac{1,599}{\sqrt{5}}\right)^2 + 0,025^2} = 1,40$$

LÍMITE DE SESGO
DIFERENCIA CRÍTICA

CD

$$S = 9,9 - 10 = -0,1$$

VERACIDAD — Incertidumbre

P.e. CALIBRACIÓN → T.L.V → -20 a 200 °C

$$H_0: \bar{c}_{\text{dil}} = \mu \quad \checkmark$$

$$H_1: \bar{c}_{\text{dil}} \neq \mu \quad \times$$

$$|E_n| \leq 1$$

Rechazo H_1

$$E_n = \frac{-0,40 - (-0,50)}{\sqrt{0,11^2 + 0,10^2}} = 0,67$$

$$E_{n,0} = 0,67 \quad /$$

$$E_{n,50} = -0,57 \quad /$$

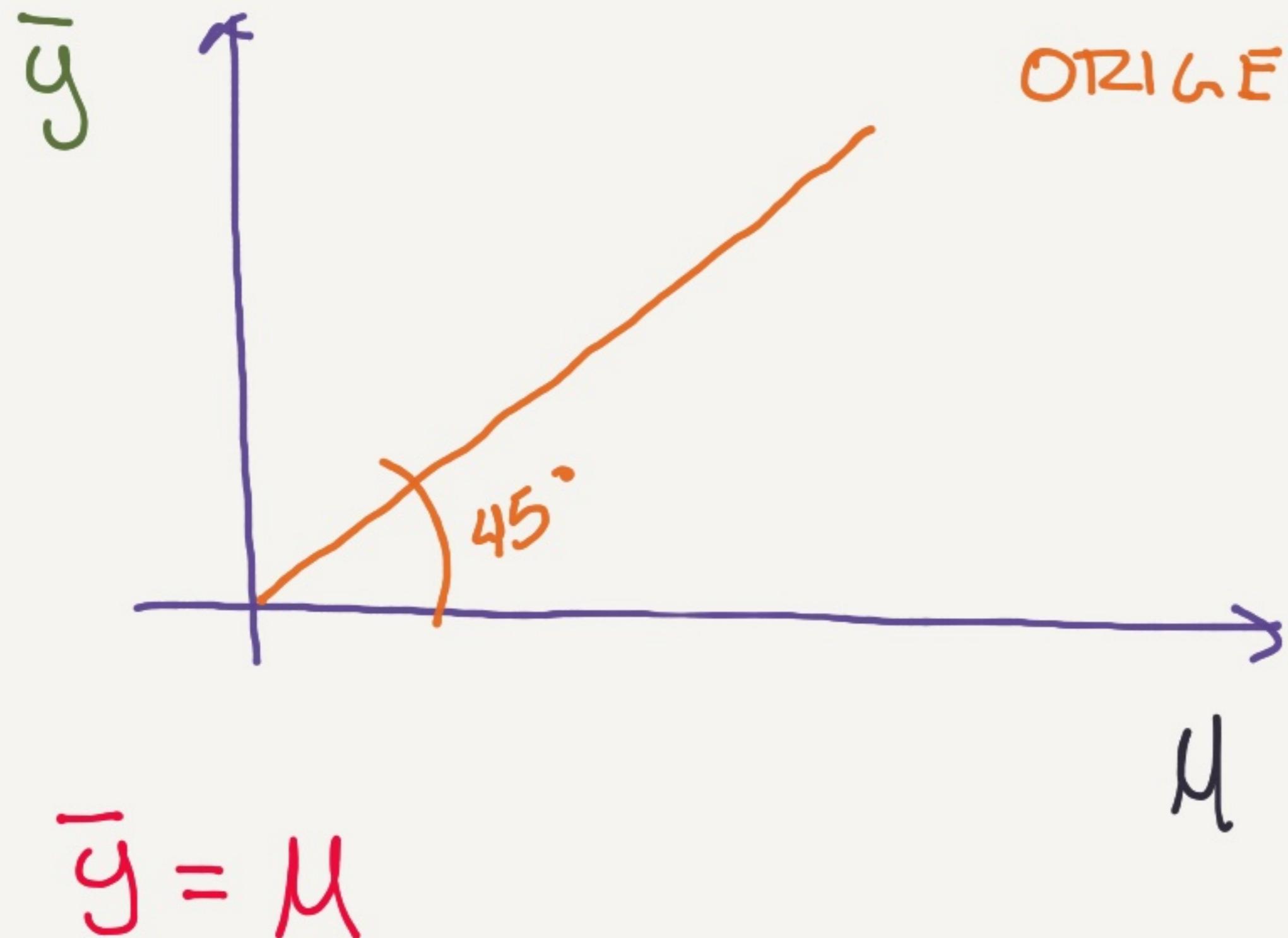
$$E_{n,100} = -0,51 \quad /$$

$$E_{n,200} = 0,47 \quad /$$

<u>CENAM</u>	<u>Lab. de referencia</u>		<u>CERTIFICADO</u>
	μ	\bar{L}	
0	-0,50	-0,50	$\pm 0,10$
50	50,40	+0,40	$\pm 0,10$
100	100,20	+0,20	$\pm 0,12$
150	150,10	+0,10	$\pm 0,12$
200	199,80	-0,20	$\pm 0,14$

	μ	\bar{L}_i	c_{si}	$U(c_{si})$
0	-0,40	-0,40	$\pm 0,11$	
50	50,50	+0,50	$\pm 0,11$	
100	100,10	+0,10	$\pm 0,13$	
150	150,00	+0,00	$\pm 0,14$	
200	199,90	-0,10	$\pm 0,16$	

VERACIDAD



PENDIENTE = 1
ORIGEN = 0

$$\begin{array}{ll} H_0: P = 1 & H_0: \theta = 0 \\ H_1: P \neq 1 & H_1: \theta \neq 0 \end{array}$$